

Ⅲ－B109

内水圧対抗型ハニカムセグメントの継手部せん断試験

奥 村 組 正会員○森本 克秀* 正会員 大塚 義一** 正会員 白石 浩司***
石川島建材工業 正会員 染谷 洋樹**** 正会員 橋口 彰夫****

1. まえがき

ハニカムセグメントの継手部に作用する曲げモーメントは、継手面を目開き変形と捻り変形を起こすように作用する。斜辺間継手ボルトのみの継手連結構造とした通常型のハニカムセグメントでは、目開き変形に対しては斜辺間継手ボルトが、捻り変形に対しては継手面に作用する軸力による摩擦力が変形を抑制することがこれまでの各種の載荷試験^{1)～3)}により確認されている。しかし、内水圧が作用するトンネルで継手に引張力が作用する場合には、軸力による摩擦力を期待できないため捻り変形に対してハニカムロックジョイントが継手面のせん断作用を抑制する抵抗部材として機能することが、内水圧対抗型ハニカムセグメントの継手引張り曲げ試験⁴⁾で確認されている。このため、ハニカムロックジョイントはトンネル半径方向に対して十分なせん断耐力を保有することが要求される。

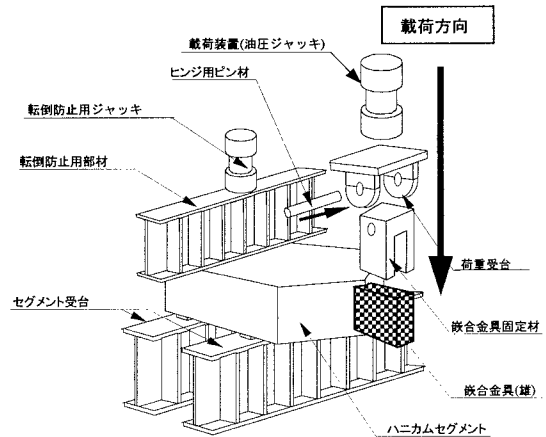
そこで、ハニカムロックジョイントのせん断特性を評価するため、継手部にトンネル半径方向の力を載荷し、その変形や破壊形態の確認するせん断試験を行った。試験では、継手構造の違いによるせん断耐力を評価するために、5種類の供試体を用いてそれぞれのせん断特性を検証した。

2. せん断試験装置

継手部の嵌合金具根元にせん断力を作用させるために、図－1に示す方法で荷重を載荷した。

同図の載荷装置により、荷重受台と嵌合金具固定材を通じてせん断力が嵌合金具と継手部のコンクリート本体部に導入される。荷重受台と金具固定材とは、ピン材を用いたヒンジ結合としたため、コンクリート本体部の変形に対しても載荷方向は変化しないように配慮している。

なお、コンクリート本体部と嵌合金具部に、表面ひずみ計および変位計を設置し、ひび割れ発生やせん断力の分布などの計測をした。



図－1 せん断試験装置概念

3. 試験供試体

供試体は、せん断力を通常の嵌合金具のみで負

担するもの（図－2 CASE1 参照）から、金具部周辺に厚さ 3mm の天然ゴム製の緩衝材を取り付けたもの（同図 CASE2 参照）、およびせん断力をコンクリート本体に分散させる目的で用いた補強板を取り付けたもの（同図 CASE3～5 参照）を製作した。表－1 に、各供試体の試験目的を示す。

表－1 供試体の試験目的

供試体種別	比較供試体	試験目的
CASE 2	CASE 1	緩衝材の有無によるひび割れ形態およびせん断耐力特性を比較・検証
CASE 3～5	CASE 1 CASE 3・4・5	せん断補強板の効果とせん断補強板形状（幅、長さ）の相違によるひび割れ形態およびせん断耐力特性を比較・検証

内水圧 セグメント せん断補強板

* 奥 村 組 本社 土木設計部 〒107-0052 大阪府阿倍野区松崎町2-2-2 TEL. 06-6621-1101 FAX. 06-6623-7298
** 奥 村 組 技術本部 技術研究所 〒300-2612 茨城県つくば市大字大砂387 TEL. 0298-65-1521 FAX. 0298-65-1522
*** 奥 村 組 技術本部 技術開発部 〒107-0052 東京都港区赤坂4-1-27 TEL. 03-3585-4871 FAX. 03-3505-1678
**** 石川島建材工業 事業本部 土木設計部 〒100-0006 東京都千代田区有楽町1-12-1 TEL. 03-5221-7238 FAX. 03-5221-7298

4. 試験結果

試験の結果として、表－2に各ケースにおける初期ひび割れの発生荷重と最終的な破壊に至った荷重を示す。

CASE 1の破壊形態は、初期ひび割れが継手の下部より発生し（写真－1参照）、その後荷重の増加に伴いひび割れ幅が大きくなり破壊に至った。CASE 2では、緩衝材の効果により初期ひび割れの発生をCASE 1の2倍以上の荷重にまで抑制することができたが、最終的な破壊荷重はCASE 1の1.25倍程度に留まった。

CASE 3～5では、初期ひび割れの発生荷重はCASE 1の1.9～3.0倍程度、破壊荷重ではCASE 1の1.9～3.7倍程度のせん断耐力の増加が確認され、せん断補強板の効果は、補強板の面積に比例して大きくなることが確認された。

表－2 試験結果

供試体種別	初期ひび割れ発生荷重	破壊荷重
CASE 1	39.23 kN	74.53 kN
CASE 2	85.32 kN	93.46 kN
CASE 3	117.68 kN	266.05 kN
CASE 4	94.14 kN	216.43 kN
CASE 5	74.53 kN	139.94 kN

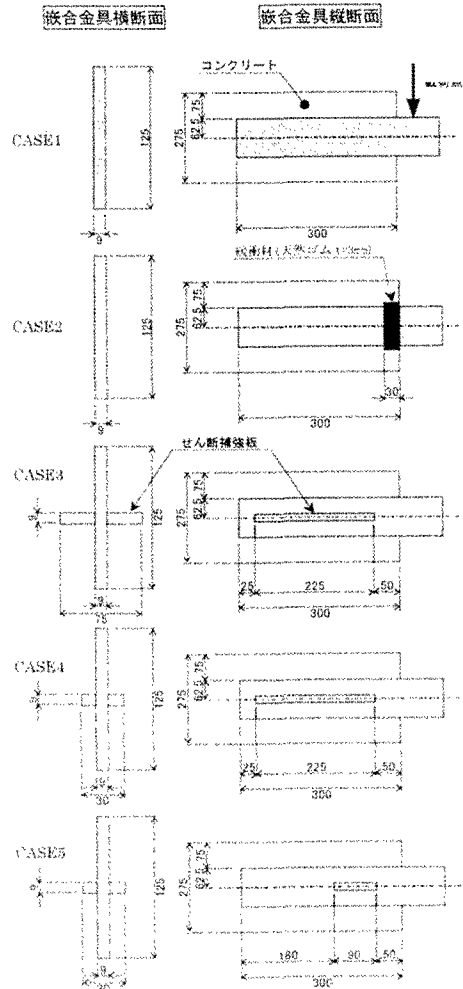
5. 結論

上記の試験結果より、以下の3項目を確認した。

- ① 緩衝材や補強板を設けることで、初期ひび割れ発生荷重を抑制することができる。
- ② 緩衝材を設けた場合には、初期ひび割れがそのまま発達して破壊にいたる。一方、補強板を設けた場合には、それを設置した位置（金具中央）付近より新たに発生したひび割れが発達して破壊に至る（写真－1・2参照）。
- ③ 補強板のせん断抵抗に対する効果は、板の面積に依存する。

6. まとめ

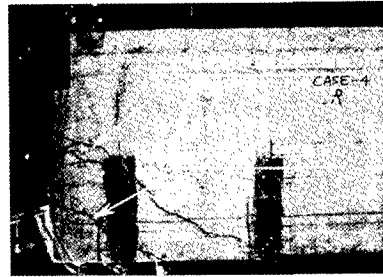
今回の試験結果により、設計断面力の大きさにより嵌合金具の形状や材質を調整することで、十分なせん断耐力を有した合理的な継手構造とすることができると確認した。



図－2 供試体継手形状



写真－1 CASE 1 最終破壊状況



写真－2 CASE 4 最終破壊状況

【参考文献】

- 1) 荒川賢治・奥野三郎ほか：ハニカムセグメントの継手曲げ試験，土木学会第47回年次学術講演会講演概要集III-7, 1992. 9.
- 2) 高橋 忠・奥野三郎ほか：φ530mmハニカムセグメント実大載荷試験I・II，土木学会第49回年次学術講演会講演概要集III-672, 673, 1994. 9.
- 3) 荒川賢治・白石浩司ほか：セグメントの新技術(4)ハニカムセグメント，トンネルと地下，Vol. 29, No. 12, 1998. 12.
- 4) 白石浩司・奥野三郎ほか：内水圧対抗型ハニカムセグメント継手曲げ試験，土木学会第53回年次学術講演会講演概要集III-B154, 1998. 9.